

*А.В. Загора, к.т.н., доцент, ст. преподаватель, НУГЗУ,  
Е.Е. Селеенко, преподаватель, НУГЗУ,  
А.Б. Фещенко, к.т.н., доцент, НУГЗУ*

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ АВАРИЙНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АППАРАТУРЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ**

(представлено д-ром техн. наук Куценко Л.Н.)

Предложена методика измерения потребляемой мощности аппаратуры оперативной диспетчерской связи для последующей оценки времени работы аварийного источника электропитания в автономном режиме в условиях чрезвычайной ситуации

**Ключевые слова:** оперативная диспетчерская связь, измерение потребляемой мощности, время автономной работы аварийного источника электропитания.

**Постановка проблемы.** В режиме чрезвычайной ситуации (ЧС) аппаратура оперативной диспетчерской связи (ОДС) и оповещения обеспечивает своевременное направление сил и средств на ликвидацию ЧС, доведение задач, поставленных органами управления, до подразделений и контроль за их выполнением, координацию действий при проведении мероприятий по ликвидации ЧС, передачу оперативной информации органам управления ликвидации ЧС, оповещение и информирование населения о возникновении ЧС.

Эффективность работы аппаратуры ОДС и оповещения по обеспечению устойчивого функционирования объектов экономики и первоочередной помощи пострадавшего населения в условиях ЧС зависит прежде всего от надежности и живучести аппаратуры ОДС в режиме пиковой нагрузки и в первую очередь от бесперебойного электроснабжения в том числе в условиях ЧС.

Нарушение работы сети электроснабжения ОДС может быть вызвано характером развития ЧС так, например, во время трагедии г. Крымске Крымского района Краснодарского края РФ 7 июля 2012 года, в результате наводнения в районе затопления вышли из строя все подстанции электроснабжения и вместе с ними телефонная, мобильная связь и другие средства оповещения населения о ЧС (радио и телевидение). Перебои в электроснабжении претерпевала и аппаратура ОДС. В результате территориальная подсистема предупреждения ЧС фактически не функционировала, что повлекло за собой массовую гибель людей и огромный материальный ущерб [1].

Для обеспечения бесперебойной работы аппаратуры ОДС в условиях ЧС при внезапном отключении основного источника электропитания до перехода на дизель-генератор в качестве оперативного резервного источника электропитания целесообразно применение аккумуляторной батареи или источника бесперебойного питания (ИБП).

В соответствии с [2] по степени надежности электрического питания устройства и аппаратура узлов ОДС делятся на три категории надежности: первую, вторую и третью.

Применительно к ОДС ДСНС размещаемые на них устройства и аппаратура относятся в основном к первой категории надежности, что предполагает широкое использование ИБП для защиты аппаратуры ОДС в период кратковременных отключений и существенных перепадов напряжения в сети.

Основным эксплуатационным параметром в условиях ЧС является время автономной работы ОДС при подключении ИБП в аварийном режиме. На этот параметр влияет множество факторов: конструктивные особенности аппаратуры ОДС и ИБП, мощность нагрузки ОДС и возможности по наращиванию емкости аккумуляторов ИБП. Для обеспечения требуемого времени автономной работы ОДС при питании от ИБП требуется иметь достаточно точные данные о потребляемой мощности аппаратуры ОДС в дежурном и пиковом режиме (режиме ЧС), в соответствии с которыми необходимо оценить достаточную емкость аккумуляторной батареи и выбрать нужную модификацию ИБП, а также оценить располагаемое время автономной работы, как расчетным способом, так и путем экспериментальных исследований.

Таким образом, методика измерения потребляемой мощности аппаратуры оперативной диспетчерской связи и оценка времени автономной работы аварийного источника электропитания в условиях ЧС является актуальной.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работах [3] и [4] рассматривается несколько способов расчёта времени автономной работы ИБП.

Существует способ расчета времени автономной работы ИБП по рекомендациям производителя, который предполагает наличие специально разработанных производителем алгоритмов расчета времени автономной работы своих ИБП. При этом производитель может с большой точностью прогнозировать время автономной работы при использовании батарей определенной емкости или определенного производителя аккумуляторов. Такие рекомендации производитель дает исходя из множества параметров своих ИБП, например таких как: ток разряда батарей через инвертор, коэффициент мощности ИБП, коэффициент полезного действия и др.

Усредненный (приблизительный) расчет времени автономной работы по упрощенным формулам, для этого: Емкость аккумулятора в

ампер-часах, множимо на напругу акумуляторів, в вольтах, ділимо на постійну навантаження в ваттах, і отримуємо кількість годин неперервної роботи.

Уточнений розрахунок часу автономної роботи ІБП визначається сукупністю параметрів, таких як енергія, запасена в акумуляторних батареях, споживана потужність навантаження і різні експлуатаційні коефіцієнти, що впливають на точність розрахунку.

Формула уточненого розрахунку має вигляд:

$$t_{\text{ибп}} = \frac{U_{\text{акб}} \cdot Q_{\text{акб}} \cdot N \cdot K \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{де}}}{P_{\text{нагр}}}, \quad (1)$$

де  $t_{\text{ибп}}$  – час автономної роботи ІБП при відключенні мережі, год;  $U_{\text{акб}}$  – напруга однієї акумуляторної батареї, В;  $Q_{\text{акб}}$  – ємність акумуляторної батареї, А·год;  $N$  – кількість акумуляторів у батареї;  $K$  – ККД перетворювача 0,75-0,8 (75%-80%);  $K_{\text{гр}}$  – коефіцієнт глибини розряду 0,8-0,9 (80%-90%);  $K_{\text{де}}$  – коефіцієнт доступної ємності (залежить від режиму розряду і температури оточуючого середовища  $t_{\text{окр}}$  (°C):

при одночасовому режимі розряду,  $t_{\text{окр}} = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $K_{\text{де}} = 0,7$  (70%);

при двохгодинному режимі розряду,  $t_{\text{окр}} = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $K_{\text{де}} = 0,85$  (85%);

при десятигодинному режимі розряду,  $t_{\text{окр}} = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $K_{\text{де}} = 1,0$  (100%);

$P_{\text{нагр}} = \frac{P_{\text{нагр}}(\%) \cdot P_{\text{ибп}}}{100}$  – потужність навантаження, Вт;

$P_{\text{нагр}}(\%)$  – виміряне за допомогою програми WinPower значення потужності навантаження макета ОДС, (%);  $P_{\text{ибп}}$  – номінальна потужність навантаження ІБП, Вт.

Однак, у запропонованій формулі (1) значення потужності навантаження береться за паспортними даними на телефонну апаратуру ОДС, що не завжди відомо, відповідає режимам роботи апаратури ОДС і не відповідає режимам пікової навантаження з використання режиму циркулярної і конференц-зв'язі, що завжди може застосовуватися в період надзвичайної і аварійної ситуації.

Тому цілком доцільно доповнити останню методику достатньо точною і одночасно не складною, і не затратною за часом методикою вимірювання споживаної потужності апаратури ОДС.

**Постановка задачі і її рішення.** Проаналізувавши наведені наукові роботи, сформулюємо методику розрахунку часу автономної роботи аварійного джерела електроживлення ОДС. У задачі дослідження входило:

- дослідження енергопотреблення апаратури ОДС залежно від інтенсивності викликів при стандартних і аварійних режимах роботи з використанням джерел безперебійного живлення (ІБП);

- исследование времени автономной ИБП для обеспечения работы аппаратуры ОДС в аварийных условиях ЧС при перерывах подачи электроэнергии;
- разработка практических рекомендаций по эксплуатации аппаратуры ОДС и изучение особенностей эксплуатации в аварийных условиях при перерывах подачи электроэнергии в условиях ЧС с использованием ИБП.

С этой целью был разработан экспериментальная измерительная установка с использованием макета ОДС.

Макет ОДС обеспечивает организацию телефонной связи пульта руководителя (ПР) и пульта секретаря (ПС) с абонентами городской телефонной станции (ГТС), учрежденческой автоматической телефонной станции (УАТС), а также с прямыми абонентами.

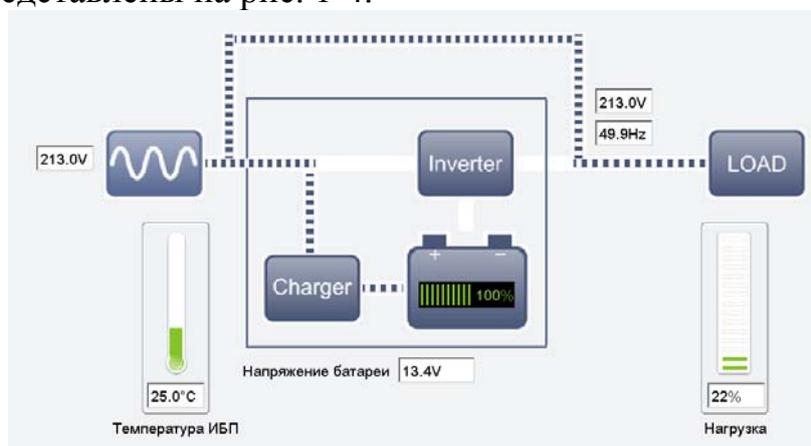
В состав макета ОДС входит следующая аппаратура:

Релейный блок концентратора телефонной связи КТС-4/24М – 2шт. Пульт руководителя (ПР) – 2шт. Пульты секретаря (ПС) – 2шт. Телефонные аппараты прямых абонентов – 8шт. Комплект телефонных кабелей – 2шт. Системный блок ПК – 1шт. Монитор – 1шт. ИБП PowerMust 600 USB – 1шт. Программное обеспечение для управления ИБП – WinPower.

Макет ОДС обеспечивает организацию телефонной связи пульта руководителя (ПР) и пульта секретаря (ПС) с абонентами городской телефонной станции (ГТС), учрежденческой автоматической телефонной станции (УАТС), а также с прямыми абонентами.

Методика расчета времени автономной работы аварийного источника электропитания ОДС включает в себя три этапа.

На первом этапе проводится экспериментальное измерение мощности потребляемой аппаратурой ОДС в дежурном режимах работы. Измерение производится с помощью программного обеспечения, в котором показания силы тока и напряжения нагрузки ИБП пересчитываются в показания потребляемой мощности ОДС в процентах относительно номинальной мощности ИБП. Эпюры измерений потребляемой мощности представлены на рис. 1-4.



**Рис. 1. Мощность нагрузки ИБП при работе от сети измерительный комплекс (ИК) (монитор и системный блок ПК) (20-22% от номинальной мощности ИБП)**

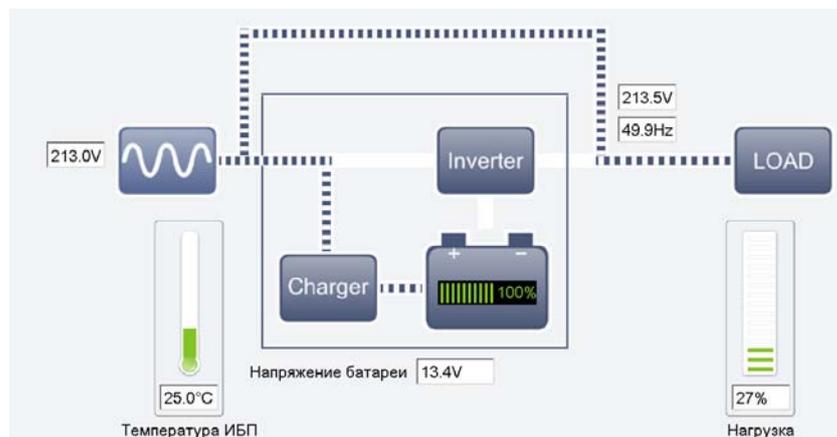


Рис. 2. Мощность нагрузки ИБП при работе от сети ИК и макет ОДС в дежурном режиме (26-27% от номинальной мощности ИБП)

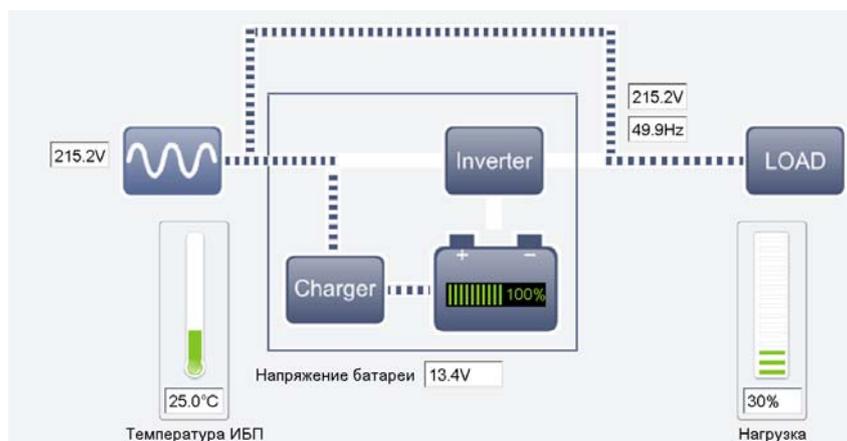


Рис. 3. Мощность нагрузки ИБП при работе от сети ИК и макет ОДС в режиме циркулярной связи (30-33% от номинальной мощности ИБП)

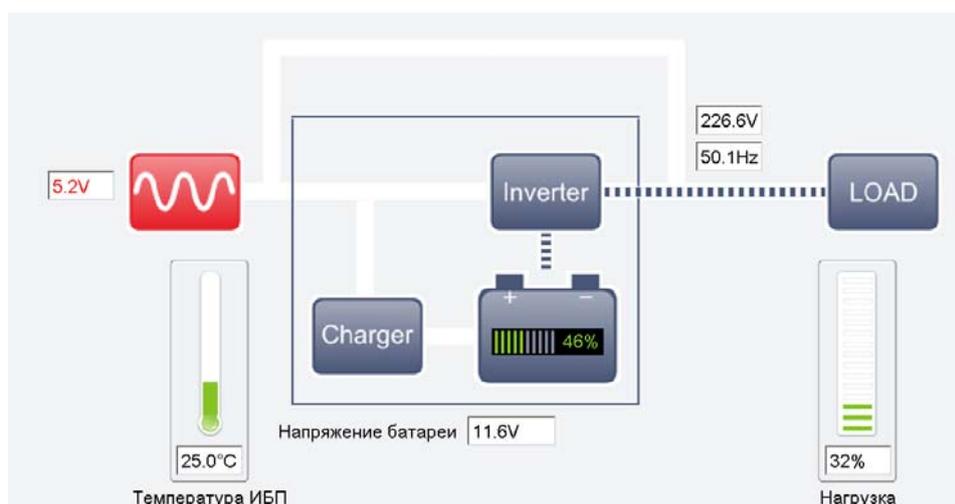


Рис. 4. Мощность нагрузки ИБП при аварийном включении аккумулятора ИК и макет ОДС в режиме циркулярной связи (32-33% от номинальной мощности ИБП)

На втором этапе по формуле (1) проводится оценка время работы ИБП  $t_{ибп}$  в автономном режиме при работе макета ОДС в различных

режимах, например, в дежурном режиме при исходных данных, указанных в табл. 1.

**Табл. 1. Исходные данные для расчета времени автономной работы ИБП**

$U_{\text{акб}},$ В	$Q_{\text{акб}},$ А·час	N	$K_{\text{пд}}$	$K_{\text{гр}}$	$K_{\text{де}}$	$P_{\text{нагр}}$ (%)	$P_{\text{ибп}},$ Вт	$P_{\text{нагр}},$ Вт	$t_{\text{ибп}},$ мин
12	7,5	1	0,75	0,8	0,6	25	360	90	20

Тогда подставив данные (табл. 1) в формулу (1) получим расчётное значение времени автономной работы ИБП:

$$t_{\text{ибп}} = \frac{12 \cdot 7,5 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{90} = 0,36 \text{ час} = 21,6 \text{ мин} \approx 20 \text{ мин} .$$

Однако, как показали экспериментальные исследования реальное время автономной работы при обеспечении устойчивой связи аппаратурой ОДС в среднем составило 14 минут, что вносит некоторую корректировку для выбора требуемой емкости аккумуляторной батареи для обеспечения потребного времени автономной работы ИБП.

На третьем этапе оценивается требуемое количество  $N$  батарей аккумуляторов и емкость батареи для аварийной работы ИБП в автономном режиме в течение заданного времени автономной работы ИБП. Пусть  $t_N = 1$  час при работе макета ОДС в дежурном режиме при следующих исходных данных (табл.1)  $Q_{\text{акб}} = 7,5$ , А·час,  $t_{\text{ибп}} = 14$  мин, получим:

$$N = \frac{t_N}{t_{\text{ибп}}} = \frac{1 \text{ час}}{14 \text{ мин}} \approx 4 \text{ шт.}$$

**Выводы.** Предложенная методика позволяет производить измерения потребляемой мощности аппаратуры ОДС для последующей оценки времени автономной работы аварийного источника электропитания расчетным и экспериментальным способом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Трагедия в Крымске: выводы и предложения по обеспечению безопасности / Т.Г. Габричидзе // Вектор науки тольяттинского государственного университета. – Самар.: НЦ РАН. – 2013. – Вып. № 3(25). – С.118-120.
2. Руководящие указания по проектированию электропитания средств диспетчерского и технологического управления в энергосистемах. (РД 34.48.152). – М.: ВГПИ НИИ ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ. – 1974. – 20 с.

3. Расчет источника бесперебойного питания [Электронный ресурс] / А.В. Борисов. – Режим доступа: <http://electrokaprizam.net/content/15-ups-autonomy-time-rabota-ibp>.

4. UPS, ИБП: расчет времени работы от аккумулятора (аккумуляторной батареи) [Электронный ресурс] / А.В. Борисов. – Режим доступа: <http://at-systems.ru/firms/firms.shtml>.

О.В. Загора, Є.Є. Селеєнко, А.Б. Фещенко

**Методика розрахунку часу автономної роботи аварійного джерела електроживлення апаратури оперативного диспетчерського зв'язку в умовах надзвичайної ситуації**

Запропонована методика вимірювання споживаної потужності апаратури оперативного диспетчерського зв'язку для наступної оцінки часу роботи аварійного джерела електроживлення в автономному режимі в умовах надзвичайної ситуації.

**Ключові слова:** оперативна диспетчерська зв'язок, вимірювання споживаної потужності, час автономної роботи аварійного джерела електроживлення.

O.V. Zakora, Y.Y. Seelenko, A.B. Feshchenko

**Method of calculating the runtime emergency power supply equipment dispatching communication in an emergency situation**

A method for measuring the power consumption of the equipment dispatching communication for subsequent evaluation time of the emergency source of power in stand-alone mode in an emergency situation.

**Keywords:** dispatching communication, measurement of power consumption , battery life emergency power source.